

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Oktober 2005 (20.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/098936 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 21/762**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000618

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. April 2005 (07.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 017 073.8 7. April 2004 (07.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **X-FAB SEMICONDUCTOR FOUNDRIES AG** [DE/DE]; Haarbergstrasse 67, 99097 Erfurt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LERNER, Ralf** [DE/DE]; Josef-Albers-Strasse 20, 99085 Erfurt (DE). **ECKOLDT, Uwe** [DE/DE]; Im Dorfe 60, 99448 Hohenfelden (DE). **OETZEL, Thomas** [DE/DE]; Zum Amtswald 33, 58644 Iserlohn (DE).

(74) Anwalt: **LEONHARD, Reimund**; Leonhard Olgemoeller Fricke, Postfach 10 09 62, 80083 Muenchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

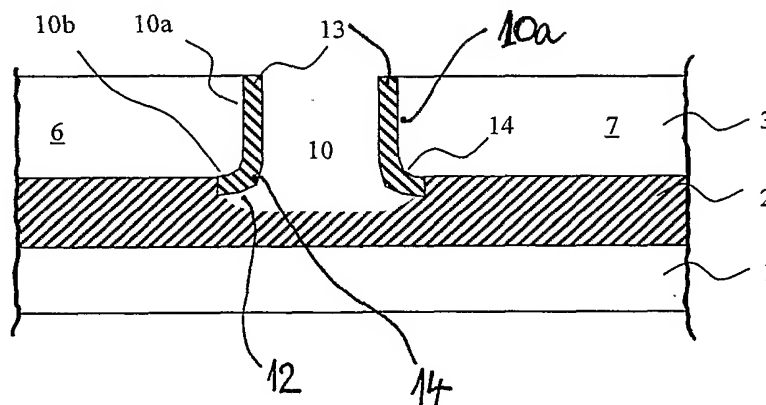
Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CREATION OF DIELECTRICALLY INSULATING SOI-TECHNOLOGICAL TRENCHES COMPRISING ROUNDED EDGES FOR ALLOWING HIGHER VOLTAGES

(54) Bezeichnung: ERZEUGUNG VON DIELEKTRISCH ISOLIERENDEN GRAEBEN DER SOI-TECHNOLOGIE MIT ABGERUNDETEN KANTEN FUER HOEHERE SPANNUNGEN



(57) Abstract: The aim of the invention is to integrate low-voltage logic elements and high-voltage power elements in one and the same silicon circuit. Said aim is achieved by dielectrically insulating chip regions having different potentials from each other with the aid of isolating trenches (10). In order to prevent voltage rises at sharp edges on the bottom of the isolating trenches, said edges are rounded in a simple process, part of the insulating layer (2) being isotropically etched.

(57) Zusammenfassung: Zur Integration von Niederspannungselementen und

Hochspannungs-Leistungselementen in ein und demselben Siliziumschaltkreis werden Chipbereiche mit unterschiedlichen Potentials voneinander durch Trenngräben (10) dielektrisch isoliert. Um Spannungsüberhöhungen an scharfen Kanten des Isoliergrabenbodens zu vermeiden, werden diese durch eine einfache Verfahrensweise mit isotropem Ätzen eines Teils der Isolationsschicht (2) abgerundet.

WO 2005/098936 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

ERZEUGUNG VON DIELEKTRISCH ISOLIERENDEN GRAEBEN DER SOI-TECHNOLOGIE MIT ABGERUNDETEN KANTEN FUER HOEHERE SPANNUNGEN

5

Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen die Herstellung von Mikrostrukturen auf isolierenden Substraten und betrifft insbesondere die Herstellung von
10 Isolationsgräben auf SOI- (Silizium auf Isolator) Substraten.

Zur Integration von Niederspannungslogikelementen und Hochspannungs-
Leistungselementen in ein und dem selben Siliziumschaltkreis ist es häufig notwendig, Chipbereiche mit unterschiedlichen Potentialen voneinander zu isolieren. Eine
15 Möglichkeit dazu ist die sogenannte dielektrische Trenngraben-Isolation. Dabei wird eine vertikal wirkende Isolation zwischen Bauelement und Substrat durch eine vergrabene isolierende Schicht, beispielsweise eine Siliziumdioxidschicht (SiO_2), oder auch eine andere isolierende Schicht realisiert. Eine lateral wirkende Isolation wird erreicht durch das Ätzen eines Grabens bis auf die vergrabene isolierende Schicht und
20 ein anschließendes Wiederauffüllen dieses tiefen Grabens mit isolierenden Schichten. Dabei kann auch nur ein Teil des geätzten Grabens durch isolierende Materialien aufgefüllt werden, und das restliche Auffüllen des Grabens kann auch durch leitende Füllschichten, etwa Polysilizium, erfolgen. Durch sogenannte Planarisierungsschritte, zu denen beispielsweise geeignete Ätzverfahren oder chemisch-mechanisches Polieren
25 gehören, wird eine Einebnung der Oberfläche erreicht. Ein Stand der Technik, der sich generell an die Herstellung von Isoliergräben ohne besondere Maßnahmen zur Strukturierung der Kantengeometrie richtet, ist u. a. in **EP-A 1 184 902** und **EP-A 1 220 312** angegeben.

30 Bei vielen Anwendungen von SOI-Bauelementen ist die Tendenz zum Einsatz höherer Versorgungsspannungen erkennbar. An scharfen Grabenkanten des Isoliergrabens kann es dabei zu Feldstärkekonzentrationen und damit zu Spannungsüberhöhungen und bei höheren Spannungen folglich zu Überschlägen kommen. Um dies zu vermeiden oder zu reduzieren, können die Kanten des Isoliergrabens in ihrer Form verändert
35 werden.

In **US-A 2002/0,025,654** in den dortigen Figuren 14, 15a und 15b ist eine Isoliergrabenstruktur gezeigt, bei der die entsprechenden Kanten abgeschrägt sind.

Damit werden Feldstärkespitzen an den Siliziumkanten verringert. Eine genauere Beschreibung des Herstellungsverfahrens erfolgt dort jedoch nicht. Aus der gezeigten Struktur kann gefolgert werden, dass die Abschrägung zu Beginn und am Ende der eigentlichen Ätzung des Isoliergrabens vorgenommen wird. Dies bedarf eines sehr komplizierten und schwierig zu steuernden Ätzprozesses.

Der Erfindung **liegt die Aufgabe zu Grunde**, eine einfache und dennoch effiziente Verfahrensweise zur Abrundung von Grabenkanten eines Isoliergrabens anzugeben, um damit nachteilige Feldstärkekonzentrationen zu reduzieren oder zu vermeiden.

Generell beruht die vorliegende Erfindung auf der Erkenntnis der Erfinder, dass die kritischen Stellen, die zu einer unerwünschten Feldstärkekonzentration und damit Spannungsüberhöhung beitragen können, der Bereich des Überganges der Grabenwandung zum Grabenboden ist, d. h. zur horizontal verlaufenden Isolationsschicht. Demzufolge wird im Hinblick auf ein einfaches und effizientes Verfahren erfindungsgemäß eine Technik zur Ausbildung verrundeter Grabenkanten genau in diesem Übergangsbereich angegeben, das im Wesentlichen dort wirksam ist, wobei eine entsprechende Abrundung an den oberen Grabenkanten nicht erforderlich ist.

Basierend auf dieser Erkenntnis führt zur Lösung der obigen Aufgabe ein Verfahren zur Erzeugung eines dielektrisch isolierenden Grabens mit abgerundeten Kanten von zu dem Graben benachbarten aktiven Siliziumschichtbereichen an einem Übergang zu einer vergrabenen Isolationsschicht einer SOI-Struktur. Das Verfahren umfasst ferner das Ausführen eines Ätzprozesses, der aus zwei Schritten besteht, wobei im ersten Schritt der Graben bis zur Isolationsschicht geätzt wird und wobei im zweiten Schritt unterätzte Gebiete an Seitenwänden des Grabens durch isotropes Ätzen eines Teiles der Isolationsschicht gebildet werden. Ferner umfasst das Verfahren nach dem Ätzprozess das thermische Oxidieren von Oberflächen des Grabens und der unterätzten Gebiete.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht also eine Abrundung von Grabenkanten am Grabenboden durch einen sehr einfach strukturierten Ätzprozess, der zwei Schritte aufweist, wovon der erste Schritt ein selektiver anisotroper Ätzschritt zum Ätzen einer Siliziumschicht bzw. einer Silizium enthaltenden Schicht ist, bis die Isolationsschicht erreicht ist. Daran schließt sich der zweite Ätzschritt an, der ein isotroper Ätzprozess ist und selektiv im Wesentlichen Material der Isolationsschicht entfernt, um damit die unterätzten Gebiete an den Seitenwänden des Grabens zu erzeugen. Bei dem

nachfolgenden thermischen Oxidationsprozess ergibt sich somit im Bereich der Kante eine erhöhte Oxidationsrate, da hier die Sauerstoffsdiffusion von zwei Oberflächenseiten aus erfolgen kann, und sich somit insgesamt in diesem Kantenbereich eine höhere Oxidationsrate als in benachbarten Oberflächenbereichen des Siliziums ergibt und damit eine verrundete Oxidschicht erzeugt wird. Für den Ätzprozess, der aus den beiden selektiven Ätzprozessen besteht, können gut etablierte Prozessverfahren eingesetzt werden, so dass sich ein gut steuerbarer Kantenabrundungsprozess im Übergangsbereich der Grabenwand(ung) zum Grabenboden ergibt, wobei dennoch ein vergleichsweise wenig komplexer Verfahrensablauf für eine kostengünstige Herstellung verrundeter Isolationsgräben in SOI-Substraten sorgt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die Isolationsschicht als Ätzstoppschicht bei dem ersten Schritt verwendet. Infolgedessen können gut bewährte anisotrope selektive Ätzprozesse zum Ätzen von Silizium angewendet werden, wobei, wenn die Isolationsschicht beispielsweise aus Siliziumdioxid aufgebaut ist, ein hoher Grad an Selektivität für gut bewährte Siliziumätzprozesse erreicht wird, so dass ein gut steuerbarer Grabenätzschritt erreicht wird. Ferner ist es erfindungsgemäß nicht notwendig, einen weiteren anisotropen Ätzprozess anzufügen, in welchem der Graben bis in die Isolationsschicht hinein geätzt wird, da auf Grund des nachfolgenden isotropen Ätzprozesses des Isolationsschichtmaterials die gewünschte Unterätzung und damit eine Freilegung einer weiteren Oberfläche in der Nähe der Siliziumkante zuverlässig erreicht wird.

In einer weiteren Ausführungsform ist im zweiten Schritt ein Materialabtrag an den Seitenwänden des Grabens auf Grund der Selektivität des isotropen Ätzens klein und führt im Wesentlichen zu keiner Verrundung an oberen und unteren Kanten des Grabens. Auf Grund der Selektivität des zweiten Schrittes sind keine besonderen Vorkehrungen während des zweiten Ätzschrittes zu treffen, da insbesondere an den oberen Grabenkanten eine ausgeprägte Verrundung während des nachfolgenden thermischen Oxidierens nicht beabsichtigt ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die zuvor aufgeführte Aufgabe durch ein weiteres Verfahren zur Erzeugung von dielektrisch isolierenden Gräben mit abgerundeten Kanten aktiver Siliziumschichtbereiche in einem Übergang zu einer vergrabenen Isolationsschicht einer SOI-Struktur gelöst. Hierbei wird nach der Ätzung des Isoliergrabens eine isotrope Ätzung der vergrabenen Isolationsschicht vorgenommen, bei der unterätzte Gebiete in der vergrabenen Isolationsschicht

entstehen. Anschließend wird eine thermische Oxidation zur Erzeugung einer isolierenden Schicht auf den vertikalen Wänden des Isolationsgrabens sowie an Oberseiten der unterätzten Gebiete vorgenommen.

- 5 Vorteilhafterweise ist hierbei die vergrabene Isolationsschicht als eine Siliziumdioxidschicht vorgesehen.

Hinsichtlich dieses weiteren Aspekts ergeben sich die gleichen Vorteile, wie sie auch zuvor bereits dargelegt sind.

0

... ..

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen erläutert und ergänzt, wobei darauf hingewiesen wird, daß es sich bei der folgenden Darstellung um die Beschreibung von bevorzugten Beispielen der Erfindung handelt.

Figur 1 zeigt einen mit der SOI-Technologie in üblicher Weise hergestellten Isolationsgraben nach der Ätzung, Verfüllung und Planarisierung.

Figur 2 zeigt einen Isolationsgraben mit abgeschrägten Kanten, wie in US-A 2002/0,025,654 zu finden ist.

Figur 3 zeigt eine Querschnittsansicht eines Teilschritts des Verfahrens zur Herstellung eines von mehreren Isoliergräben (Trench), wobei der gezeigte Isoliergraben nach einem isotropen Ätzschritt zum Entfernen von Material aus der horizontalen Isolationsschicht dargestellt ist.

Figur 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Bauelements mit dem Isoliergraben 10 nach einer thermischen Oxidation.

Es sei darauf hingewiesen, dass in den Figuren durchgängig gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen belegt sind.

Zur Verdeutlichung der Vorteile der Erfindung und Ihrer Beispiele sei mit Bezug auf die Figur 1 und 2 ein Bauteil mit einem Isolationsgraben gemäß konventioneller Herstellungsverfahren beschrieben.

In Figur 1 ist nochmals der bisher übliche Stand der Technik veranschaulicht. Auf einem Substrat 1, das auch als Trägersubstrat oder Handhabungsscheibe bezeichnet werden kann, liegt eine vergrabene Oxidschicht 2 und darüber eine aktive Siliziumschicht 3, welche durch einen mit Isolierschichten 4 und einer Füllung 5 versehenen Graben 8 in benachbarte Bereiche 6 und 7 getrennt ist, die sich dann für das Anlegen unterschiedlicher Potentiale eignen. Bei Anlegen eines ersten Potentials an der „Insel“ bzw. dem Bereich 6 und bei einem Anlegen eines entsprechenden zweiten Potentials an der „Insel“ bzw. dem Bereich 7 bzw. am Trägersubstrat 1 kann es an einer Kante 15 auf Grund der Geometrie zu einer Feldstärkekonzentration und damit zu einer Spannungsüberhöhung kommen.

Figur 2 zeigt eine entsprechende Struktur gemäß dem Stand der Technik, wie er in **US-A 2002/0,025,654** beschrieben ist, wobei entsprechend angeschrägte Kanten an der Oberseite und der Unterseite der isolierenden Schicht 4 zu den Bereichen 6 und 7

vorgesehen sind. Eine entsprechende Abschrägung an der Unterseite, d. h. an einem Übergang zur vergrabenen Oxidschicht 2, ist mit Bezugszeichen 16 benannt.

Es wird im Wesentlichen eine Abschrägung bzw. Verrundung an der Unterseite eines entsprechenden Isolationsgrabens zur Reduzierung von Spannungsüberhöhungen erreicht, so dass sich eine entsprechende Abschrägung an der Oberseite ggf. vermeiden lässt. Eine Abrundung der Kanten der aktiven Bereiche 6 und 7 oberhalb der vergrabenen Isolationsschicht 2 kann zur Vermeidung von Feldstärkespitzen in sehr effizienter und wenig komplexer Weise so erreicht werden, wie dies mit Bezug zu den Figur 3 und 4 nachfolgend beschrieben ist.

Figur 3 zeigt ein Trägersubstrat 1, auf dem eine vergrabene Isolationsschicht 2 liegt, die in einer besonderen Ausführungsform aus Siliziumdioxid aufgebaut ist, über der sich eine aktive Schicht 3, typischerweise eine Siliziumschicht, befindet. Die aktive Schicht 3 ist durch einen Graben 10 in einen ersten Bereich 6 und in einen zweiten Bereich 7 unterteilt, in denen beispielsweise Schaltungselemente entstehen können, die mit unterschiedlichen Betriebsspannungen zu betreiben sind. Wie gezeigt, weist der Graben 10 in der aktiven Schicht 3 im Wesentlichen vertikale Seitenwände 10a auf. Ferner ist unterhalb des Grabens 10 in der vergrabenen Isolationsschicht 2 ein Teil des Materials so abgetragen, um in der vergrabenen Isolationsschicht 2 unterätzte Gebiete 12 zu definieren, die weitere Oberflächen 10b der aktiven Schicht 3 bzw. der Bereiche 6 und 7 freilegen.

Die in Figur 3 gezeigte Struktur kann wie folgt hergestellt werden.

Das Trägersubstrat 1, die vergrabene Isolationsschicht 2 und die aktive Schicht 3 können als SOI-Substrat gemäß bekannter Verfahren hergestellt werden. Sodann wird eine Grabenätzung durchgeführt, um den Graben 10 in der aktiven Schicht 3 zu bilden. Dazu können bekannte lithographische Verfahren zur Herstellung einer entsprechenden Ätzmaske durchgeführt werden, woran sich ein anisotroper Ätzprozess auf der Grundlage einer zum Ätzen des Materials der Schicht 3 geeigneten Ätzchemie anschließt. Es sind für anisotrope Siliziumätzungen entsprechende bewährte Ätzprozeduren bekannt, die vorteilhaft hierbei verwendet werden können, wobei diese in der Regel ein hohes Maß an Selektivität zu der vergrabenen Isolationsschicht 2, die beispielsweise in Form von Siliziumdioxid vorgesehen ist, aufweisen, so dass der anisotrope Ätzprozess für den Graben 10 im Wesentlichen an der vergrabenen Isolationsschicht 2 stoppt.

Nach dem Schritt des Ätzens des Grabens 10 wird ein zweiter Schritt ausgeführt, der einen isotropen Ätzvorgang beinhaltet, um damit die vergrabene Isolationsschicht 2 zu ätzen, so dass es zu einer Unterätzung, d. h. zur Ausbildung von Gebieten 12, unter den Schichtbereichen 6 und 7 kommt, so dass damit die entsprechenden Oberflächen 10b freigelegt werden. Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, wird nur ein Teil der vergrabenen Isolationsschicht 2 während dieses isotropen Ätzprozesses abgetragen, so dass weiterhin eine Trennung zu dem darunter liegenden Trägersubstrat 1 bestehen bleibt, bevorzugt etwa die Hälfte der Dicke der Schicht 2.

Ferner veranschaulicht Figur 3, dass der isotrope Ätzprozess zum Abtragen eines Teils der vergrabenen Isolationsschicht 2 zur Ausbildung der Unterätzungsgebiete 12 sehr selektiv ist, so dass praktisch kein Material der Schicht 3 oder 6/7 abgetragen und damit (im Wesentlichen) keine Verrundung von Kanten an der Oberseite oder von Kanten 15 an der Unterseite des Grabens 10 stattfindet (obere und untere Enden des Grabens).

Der Materialabtrag an den Seitenwänden des Grabens ist auf Grund der Selektivität des isotropen Ätzens "klein" und bevorzugt praktisch Null, erreicht aber beidseits eine Unterätzung 12, die mit weniger als der Hälfte der Grabenbreite dargestellt ist. Bemessen an der Tiefe/Dicke der Isolationsschicht 2 ist das Maß des Abtrags etwa die Hälfte der Dicke, und zwar in die Tiefe und in die jeweilige Breite.

Praktisch Null ist so zu verstehen, dass es nicht messbar ist.

Nach Beendigung des Ätzprozesses, der aus dem ersten Grabenätzprozess und dem zweiten isotropen Prozess zum Entfernen von Material aus der vergrabenen Isolationsschicht 2 besteht, wird ein thermischer Oxidationsprozess zur Ausbildung einer isolierenden Schicht auf freigelegten Oberflächen des Grabens 10 bzw. 10b durchgeführt, hier noch nicht dargestellt.

Figur 4 zeigt die Struktur nach dem Ausführen des thermischen Oxidationsprozesses. Hier sind nun Grabenisolationsschichten 13 vorhanden, welche die Seitenwände 10a und die unteren Oberflächen 10b bedecken. Der Einfachheit halber ist eine entsprechende thermische Oxidschicht auf der oberen Oberfläche der Schicht 3 bzw. 6/7 nicht gezeigt.

Bei der Durchführung des thermischen Oxidationsprozesses ist die Oxidationsrate an der (jeweiligen) Kante 15 (siehe Figur 3) deutlich höher als an einem benachbarten Bereich der jeweiligen Seitenfläche 10a und der unteren Oberfläche 10b in der Nähe

der Isolationsschicht 2. Somit wird bei der Oxidation an der Kante 15 eine Verrundung 14 an einem Übergang der Isolationsgrabenseitenwand zur vergrabenen Isolationsschicht 2 gebildet.

5 Ein weiterer Prozess zur Auffüllung des Grabens 10 kann in einer bekannten Weise fortgesetzt werden, indem beispielsweise ein Füllmaterial 5, wie es in den **Figur 1 und 2** gezeigt ist, abgeschieden wird.

0 Durch diese Vorgehensweise, d.h. durch einen Ätzprozess mit zwei Ätzschritten, in der zunächst anisotrop ein Graben geätzt wird und anschließend isotrop Material der vergrabenen Isolationsschicht zur Freilegung eines Unterätzungsgebiets entfernt wird, mit anschließender thermischer Oxidation dieser durch den zweiten Ätzschritt freigelegten Unterätzungsgebiete, werden zwei Effekte erzielt.

15 Zum Einen wird die sich in der Tiefe verringernde Oxidationsrate durch den Oxidationsangriff von zwei Seiten zumindest in gewissem Maße kompensiert, d. h. es entsteht ein dickeres Oxid.

20 Zum Anderen erfolgt durch den beiseitigen Oxidationsangriff, d.h. durch den Angriff an der Seitenwand 10a in der Nähe der Kante 15 und durch den Angriff an der freigelegten Oberfläche 10b des Unterätzungsgebiets 12 in der Nähe der Kante 15, eine Abrundung der Kante 15, die zu der abgerundeten oxidierten "Kante" 14 führt (als sich längs erstreckende Rundungen).

25 In einer Ausführungsform gestaltet sich ein Verfahren zur Erzeugung der dielektrisch isolierenden Gräben 8 mit abgerundeten Kanten 14 der aktiven Siliziumschichtbereiche 6 und 7 im Übergang zu der vergrabenen Isolationsschicht 2 einer SOI-Struktur mit folgendem Ablauf.

30 Es wird nach der Ätzung des Isoliergrabens 10 eine isotrope Ätzung der vergrabenen Isolationsschicht 2 vorgenommen, bei der unterätzte Gebiete 12 entstehen. Anschließend wird eine thermische Oxidation zur Erzeugung einer jeweils isolierenden Schicht 13 auf den gegenüberstehenden Wänden des Grabens (mit vertikalen Wänden) vorgenommen.

35

* * * * *

Ansprüche:

1. **Verfahren zum Herstellen, Bilden oder Erzeugen** zumindest eines dielektrisch isolierenden Grabens (10) mit abgerundeten Kanten (14) von - dem Graben benachbarten - aktiven Siliziumschichtbereichen (6,7;3) an einem jeweiligen Übergangsbereich (14) zu einer vergrabenen Isolationsschicht (2) einer SOI-Struktur, wobei das Verfahren umfasst
Ausführen eines Ätzprozesses, der aus zwei Schritten besteht, wobei
 - im ersten Schritt des Ätzprozesses der Graben (10) bis zur Isolationsschicht (2) geätzt wird;
 - im zweiten Schritt des Ätzprozesses durch ein isotropes Ätzen eines Teils der Isolationsschicht (2) unterätzte Gebiete (12) an (beiden) Seitenwänden des Grabens (10) gebildet werden;nach dem Ätzprozess ein thermisches Oxidieren von Oberflächen des Grabens (10) und der unterätzten Gebiete (12) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Isolationsschicht (2) als Ätzstoppschicht bei dem ersten Schritt verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei im zweiten Schritt ein Materialabtrag an den jeweils beiden Seitenwänden des zumindest einen Grabens (10) auf Grund einer Selektivität des isotropen Ätzens klein ist und im Wesentlichen zu keiner Verrundung an oberen und unteren Kanten des Grabens (10) führt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Materialabtrag an den jeweils beiden Seitenwänden (10b) zu keiner Verrundung an oberen und unteren Kanten des Grabens (10) führt und praktisch Null ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die thermische Oxidation zur Erzeugung der isolierenden Schichten (13) auf den vertikalen Wänden (10a) des Isolationsgrabens (10) sowie an Oberflächen (10b) der unterätzten Gebiete (12) vorgenommen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die vergrabene Isolationsschicht (2) eine SiO₂-Schicht ist.

7. **Verfahren zur Erzeugung** von dielektrischen isolierenden Gräben mit abgerundeten Kanten (14) aktiver Siliziumschichtbereiche (6,7) an einem oder im jeweiligen Übergang zu einer vergrabenen Isolationsschicht (2) einer SOI-Struktur,

5 wobei nach der Ätzung zumindest eines der Isoliergräben (10) eine isotrope Ätzung der vergrabenen Isolationsschicht (2) vorgenommen wird, bei der unterätzte Gebiete (12) in der vergrabenen Isolationsschicht (2) entstehen;

10 und wobei anschließend eine thermische Oxidation zur Erzeugung einer isolierenden Schicht (13) auf den vertikalen Wänden (10a) des Isolationsgrabens (10), insbesondere auch an Oberflächen (10b) der unterätzten Gebiete (12) vorgenommen wird, zur Bildung abgerundeter Kanten (14) der isolierenden Schichten (13) über den Kanten (15) in den Übergangsbereichen.

15 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die vergrabene Isolationsschicht eine SiO₂-Schicht ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei während der isotropen Ätzung ein Materialabtrag an den jeweils beiden Seitenwänden zu keiner Verrundung an oberen und unteren Kanten des Grabens (10) führt und praktisch Null ist.

20 10. **SOI Wafer** mit zumindest einem, bevorzugt mehreren dielektrisch isolierenden Gräben (10) mit abgerundeten Kanten (14) von - dem Graben benachbarten - aktiven Siliziumschichtbereichen (6,7;3) an einem jeweiligen Übergangsbereich (14) zu einer vergrabenen Isolationsschicht (2), hergestellt oder herstellbar nach einem der voran-stehenden Verfahren.

1/2

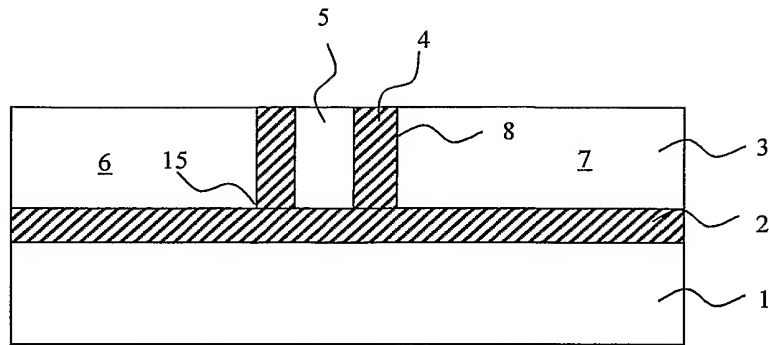


Fig. 1

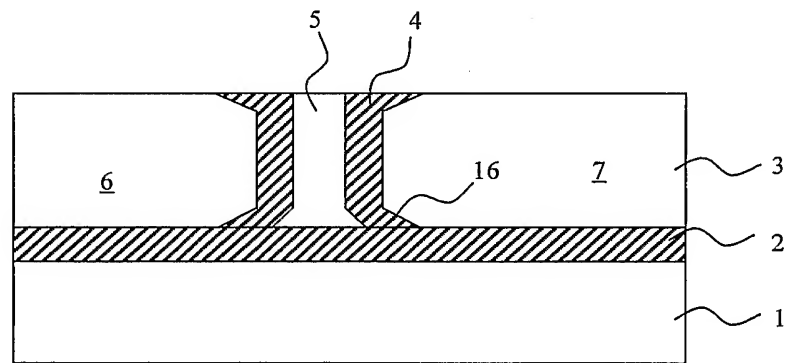


Fig. 2

2/2

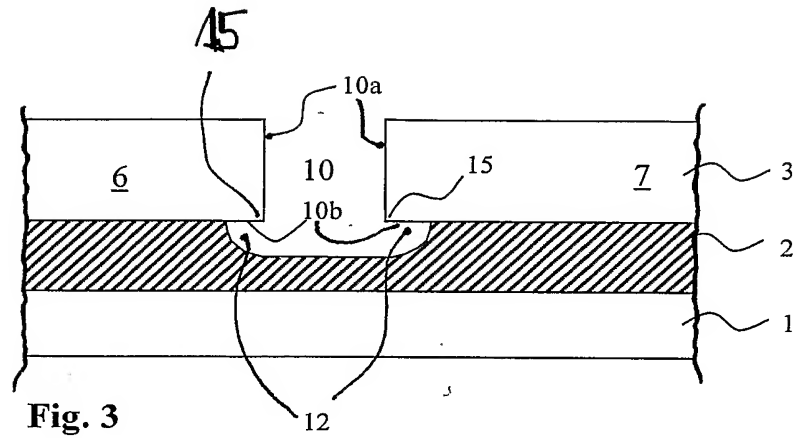


Fig. 3

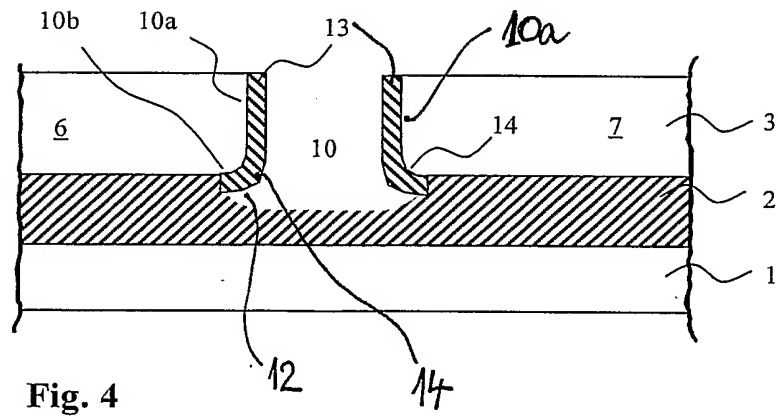


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000618

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/762

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 03, 28 April 1995 (1995-04-28) -& JP 06 349940 A (HITACHI LTD), 22 December 1994 (1994-12-22) abstract paragraphs '0046!, '0047!; figures 14,15 | 1-10 |
| X | US 5 416 041 A (SCHWALKE ET AL) 16 May 1995 (1995-05-16) figure 6 | 10 |
| A | EP 0 603 106 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 22 June 1994 (1994-06-22) the whole document | 1-10 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 September 2005

Date of mailing of the international search report

15/09/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kenevey, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000618

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|--|--|
| JP 06349940 | A | 22-12-1994 | NONE | |
| US 5416041 | A | 16-05-1995 | DE 59409202 D1 EP 0645808 A1 JP 7153833 A | 20-04-2000 29-03-1995 16-06-1995 |
| EP 0603106 | A | 22-06-1994 | EP 0603106 A2 JP 2531492 B2 JP 6216230 A US 5470781 A | 22-06-1994 04-09-1996 05-08-1994 28-11-1995 |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/762

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 03, 28. April 1995 (1995-04-28) -& JP 06 349940 A (HITACHI LTD), 22. Dezember 1994 (1994-12-22) Zusammenfassung Absätze '0046!, '0047!; Abbildungen 14,15 ----- | 1-10 |
| X | US 5 416 041 A (SCHWALKE ET AL) 16. Mai 1995 (1995-05-16) Abbildung 6 ----- | 10 |
| A | EP 0 603 106 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 22. Juni 1994 (1994-06-22) das ganze Dokument ----- | 1-10 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. September 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kenevey, K

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000618

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| JP 06349940 | A | 22-12-1994 | KEINE | | |
| US 5416041 | A | 16-05-1995 | DE | 59409202 D1 | 20-04-2000 |
| | | | EP | 0645808 A1 | 29-03-1995 |
| | | | JP | 7153833 A | 16-06-1995 |
| EP 0603106 | A | 22-06-1994 | EP | 0603106 A2 | 22-06-1994 |
| | | | JP | 2531492 B2 | 04-09-1996 |
| | | | JP | 6216230 A | 05-08-1994 |
| | | | US | 5470781 A | 28-11-1995 |